柑桔、梨及蘋果樹葉片營養診斷之研究[1]

邱再發[2]

摘　要　利用本省各地果園氮肥田間試驗地之桶柑、椪柑、蘋果、梨樹爲材料，進行葉片無機養分化學分析作爲葉片營養診斷之基礎研究。氮肥施用量試驗結果，顯示對果實產量每棵50公斤之桶柑及椪柑樹氮肥施用適量爲每棵氮素 N 500 克。對5年生蘋果及梨幼樹之氮肥施用適量爲每棵氮素 N 300克。

葉片養分濃度隨季節的變化甚大。桶柑及椪柑葉片之氮、磷、鉀、鎂濃度在八月左右爲最高，以後葉齡愈老其養分濃度逐漸減低；但相反的，葉齡愈老鈣濃度愈高。一般未結果枝條葉片比結果枝條者氮、磷、鉀濃度較高，而鈣、鎂濃度較低。土壤氮肥施用可影響葉氮濃度之外，土壤肥力情況亦可影響葉片養分濃度。

蘋果、梨葉片之氮、磷濃度在春天新葉爲最高，尤其氮濃度甚高，以後葉片愈成熟，氮濃度迅速降低，而磷濃度緩慢降低，鈣濃度反而逐漸增高，鉀濃度變動不定。據各種果樹葉片分析結果，顯示營養診斷之葉片取樣以在八月採取未結果枝條中間之葉片爲適宜。

據本研究之結果及參考其他研究者報告資料，對本省之椪柑、桶柑、蘋果、梨樹之葉片無機養分標準濃度，建議如下表，供爲葉片分析營養診斷之參考。

臺灣椪柑、桶柑、蘋果、梨樹在八月採取未結果枝條之葉片養分標準濃度

Standard nutrient concentrations of Taiwan Ponkan, Tankan, apple and pear leaves sampled from nonfruiting terminals in August.

果　樹 Fruit tree	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
椪柑及桶柑 Ponkan and Tankan	2.9—3.5	0.12—0.18	0.9—1.7	2.5—4.5	0.25—0.50
蘋果及梨 Apple and pear	2.0—2.6	0.12—0.30	1.0—2.0	1.25<	0.25—0.50

引　言

近年來由於化學分析技術及儀器之發達，植物無機養分分析之進行非常普遍，並藉植物分析解決植物生長之營養問題，或作爲營養診斷之方法，學術界有廣泛的研究 (Smith, 1962) 。又植物分析及肥料問題，在國際學術研討會上亦常有詳細的討論 (Reuther, 1961；Samish, 1971；Wehrmann, 1974) 。

一般果樹之植物分析均採用葉片樣本，探究某一定時期之葉片無機養分含量與其果樹營養狀態、生育、產量之關係，而確立葉片標準養分濃度作爲營養診斷之應用 (Childers, 1966) 。 Bould (1969) 提出蘋果樹之葉片各種無機養分之缺乏、適宜、充足及過剩濃度範圍。Chapman(1966) 綜合各方之研究結果而報告柑桔、梨、蘋果及其他各種作物之葉片養分標準濃度，供營養診斷。佐藤 (1952) 對日本果樹之葉片分析及營養診斷方法有詳細的研究。

本研究蒙中正科學技術研究講座基金董事會發給研究補助費，謹申謝忱。

1　試驗報告農試字第七六六號。　　2　臺灣省農業試驗所技正

Kenworthy (1967) 報告密西根州大學辦理之葉片營養診斷情況， 即葉片分析方法，分析結果之表示及解釋。該大學使用電腦處理葉片分析結果，並由電腦直接打出結果之解釋，施肥管理之建議，即有一套的葉片分析結果電腦處理程序，直接對農家提供服務，作葉片營養診斷事項。Kenworthy 認為葉片營養診斷之意義在防止養分之缺乏，比矯正養分之缺乏為重要。診斷法之最大用處在指出肥料是否可以節省，若某種肥料不再施用亦不致影響作物生育及產量時，對農家而言，可謂受益不淺。一般以葉片分析結果建議精確施肥量（公斤／公頃），既不可靠且不合理，此因作物生理之反應尚不能很正確而詳細的顯示肥料需要量。因此對葉片營養診斷，除需了解影響葉片養分濃度之各種因素之外，亦需要認識土壤等各種環境條件與植物營養之關係。

國外之果樹葉片分析資料頗值得本省葉片分析研究之參考，但其提供之葉片分析標準濃度，並不一定適合於本省果樹營養診斷之應用，因影響葉片養分濃度之因素很多，所以對分析結果之判定必需考慮各種環境條件。邱再發、林森岷 (1961) 辦理本省椪柑園之葉片分析，曾報告柑葉養分濃度直接受肥料施用之影響而外，不同土壤及不同採葉時期之影響亦非常大。Wang 及 Morita (1975) 分析本省柑葉結果，表示不同地域（北、中及南部）及不同土壤肥力可影響葉片養分濃度。王銀波(1975) 進行本省之蘋果及梨樹微量元素營養狀態之研究，並由葉片分析結果認為部分果園似有缺硼之慮，對其他微量元素無缺乏之可能。

本研究之目的為進行本省柑桔、梨及蘋果等果樹之葉片分析，探究影響葉片養分濃度之各種因素，提供葉片之標準養分濃度作為營養診斷之參考。

試驗材料及方法

利用各地之田間氮肥施用試驗之果樹為材料，在不同時期採取葉片，分析其無機養分含量。供給葉片分析之試驗果園地點為桶柑園（13年生）在北埔；椪柑園（10年生）在梅山、東勢、新埔等三處；梨園（ 4 年生，品種新世紀 ）在梅峰臺大霧社農場；蘋果園（ 5 年生， 品種 McIntosh ）在梅峰臺大霧社農場。

田間氮肥試驗，在桶柑園設有 5 個平準氮肥用量，即 N250，500，750，1000 及 1250克／棵等 5 處理。在椪柑園設不同時期氮肥施用 5 處理。梨園設有 5 個平準氮肥用量處理，即 N75,150,225, 300 及 375克／棵。蘋果園設有 5 個平準氮肥用量處理，即 N100,200,300,400 及 500克／棵。

採葉方法為對試驗果園之同一處理小區（ 4 棵試驗樹）之每棵果樹，選擇樹冠周圍發育中庸不結果枝條之中間葉片，每棵樹採取20～30葉片，各小區 4 棵樹之葉片（約 100片）混合為一袋，作為一個分析樣本。葉片樣本在實驗室以蒸餾水、 紗布擦乾淨， 於烘乾器（70°C）乾燥後粉碎之，使磨碎樣本通過 1mm 篩子後再次烘乾，即可供化學分析。葉片分析依照本所植物營養研究室經常植物分析方法（李蘭帝，1966及1968）。

另採取各地果園之土壤樣本，對土壤之理化學性質進行化學分析。

結果與討論

1. 土壤性質

各地果園均位於山坡地，其土壤化學性質如表 1 ，都屬於強酸性，中質地土壤，土壤中養分含量不高，鈣、鎂少。在椪柑、梨及蘋果園施用三要素肥料之外，另施用白雲石粉每公頃撒施 2 公噸，繼續三年施用白雲石粉後可矯正土壤酸度，表土之 pH 可增加 1 至1.5左右，即pH 由4.5增加至 6.0 左右但底土之 pH 變化較小。梅峰之梨及蘋果園在海拔2000公尺中央山脈之山坡地，氣候寒冷，土壤中有機質含量甚高， 呈暗灰色，強酸性，但陽離子置換能量 CEC 頗高。 各果園之有效性磷、鉀含量不高，但經過數年繼續施用化學肥料後，其土壤經化學分析結果，顯示土壤中之磷、鉀含量增加甚

表 1 各地果園土壤之化學性質

Table 1. Chemical properties of various orchard soils

果樹園 Fruit tree Orchard		土層 Topsoil Subsoil	質地 Texture	pH	氮 N %	有機質 O. M, %	有效磷 P ppm	置換性鹽基 Exch. base me/100g Ca	Mg	K	Na	CEC me/100g
北埔	桶柑	表土 T	S. C. L	5.0	0.13	1.63	34	3.35	0.72	0.31	0.04	13.7
Peipu	Tankan	底土 S	S. C. L	4.9	0.11	1.42	27	3.50	0.37	0.22	0.04	13.8
東勢	椪柑	表土 T	S. C. L	5.0	0.11	1.66	57	2.16	1.24	0.38	0.02	20.8
Tungsu	Ponkan	底土 S	S. C. L	4.6	0.11	1.33	25	1.64	0.40	0.22	0.02	20.0
梅山	椪柑	表土 T	L.	4.3	0.16	2.16	95	3.70	0.70	1.38	0.06	16.0
Meishan	Ponkan	底土 S	Si. L	4.2	0.11	1.07	15	1.40	0.10	0.45	0.02	13.6
新埔	椪柑	表土 T	S. C. L	5.1	0.09	1.34	69	2.80	0.60	0.47	0.03	12.1
Sinpu	Ponkan	底土 S	S. C. L	4.4	0.05	1.06	35	2.50	1.00	0.51	0.04	12.7
梅峰	蘋果	表土 T	L.	4.5	0.53	13.11	22	1.50	0.68	0.82	0.07	36.4
Meifong	Apple	底土 S	L.	4.8	0.22	4.05	16	1.00	0.38	0.21	0.11	17.2
梅峰	梨	表土 T	L.	4.6	0.55	13.06	44	1.10	0.78	0.51	0.08	29.4
Meifong	Pear	底土 S	L.	4.9	0.22	4.51	7	0.40	0.11	0.15	0.04	20.0

多。肥料中磷、鉀養分小部份被果樹吸收利用之外，大部份尚積聚在土壤中。

2. 桶　　柑

氮肥施用量對桶柑果實產量之影響，經四年之繼續試驗，結果列於表 2 。各年度之果實產量變異甚大，即桶柑樹有隔年結果實現象，所以果樹對肥料之效應每年不能呈現相同之傾向。綜合氮肥效應試驗結果，以每棵施用 500 克氮素爲最佳，比施氮素 250 克之對照區得 2 %增產。施用氮肥至每棵 1250 克氮素時，其產量即銳減，比對照區減產 9 %。以果實產量50公斤／棵之桶柑樹言， 氮肥用量每棵500克氮素爲適當，不宜過多。

果實分析結果顯示，施氮過多，可使果重、果肉率、果汁率均減低，果汁內有機酸含量則有增加趨勢，因而其糖酸比亦隨之減低。

桶柑葉片氮素濃度在 8 月或 9 月較高，並有反映土壤之氮肥施用量，即氮肥施用量多者其葉氮濃度較高，如表 3 。葉氮濃度受土壤氮之供給狀態影響之外，有季節性變化，即在 8 ～ 9 月較高，以後至12月或至翌年 2 ～ 3 月葉齡老時，葉氮濃度逐漸減低。柑桔爲多年生果樹，影響其生長及營養之因素多，雖在同一季節取樣，其葉氮濃度在不同年度亦有變異。本桶柑園之氮肥適量區（N500克／棵），8 ～ 9 月葉氮濃度在不同年度之變化範圍爲 N2.94～3.32% 。爲葉片營養診斷之應用，桶柑葉片

之氮素適意範圍 (Satisfactory range) 推測爲 N2.90～3.50%。與適意濃度相似的術語被使用者，有標準濃度 (Standard concentration)，充足濃度 (Sufficient)，對照濃度 (Reference)，中等濃度 (Intermediate)，安全濃度 (Safe)，正常濃度 (Normal) 或臨界濃度 (Critical) 等。各方對臨界濃度或相似術語之意義有不同的解釋，由營養診斷之觀點，臨界濃度之定義爲植物生長或產量開始減低時之植物體某一部位之養分濃度。

在8～9月採取桶柑葉片之其他要素，磷、鉀、鈣、鎂之濃度範圍，各爲 P 0.13～0.15%, K 0.79～1.22%, Ca. 3.04～3.34%, Mg 0.37～0.46%。本桶柑園生育正常，並無其他營養異常現象，所以柑葉之磷、鉀、鈣、鎂濃度亦可認爲在適意濃度範圍之內，可作爲營養診斷之參考。但各要素之缺乏濃度確實範圍如何，應再進行詳細試驗方能得可靠判定基準，而確立其各種缺乏或偏低濃度範圍。

未結果實與結果實枝條葉片之養分濃度有甚大的差異，如表4兩種葉片樣本之分析結果，後者葉片氮、磷、鉀濃度顯著比前者減低，尤其鉀濃度後者比前者減少20%，此表示靠近果實之葉片內氮、磷、鉀養分很容易移動進入果實內，因而減低葉片之氮、磷、鉀濃度。反之，後者鈣、鎂濃度比前者增加約 10%，按果實中鈣、鎂含量較低，尤其鈣在植物體內甚難移動而進入果實中 (Chiu, 1975)，所以植物所吸收之鈣、鎂聚積果實隣近之葉片較多，而增加其鈣、鎂濃度。對柑葉取樣應採取未結果實或結果實枝條葉片，研究者各有不同的選擇 (Chapman, 1967)，筆者認爲採取未結果實枝條葉片作爲營養診斷材料較爲適宜。

3. 椪　　柑

椪柑園氮肥不同時期施用試驗，在梅山鄉、東勢鎮、新埔鎮三處自1971年起進行田間試驗三年。因試驗樹株之變異大，氮肥施用時期處理尙未影響果樹之營養狀態，所以各處理間之果實產量、品質及柑葉營養等均未呈現明顯的差異。

在三處椪柑園柑葉養分濃度之時期的變化，表示於圖1及2，即顯示春芽新葉 (Spring cycle) 之生長期間中之養分濃度變遷。氮、磷、鉀、鎂濃度在八月左右爲最高，以後葉齡愈老則養分濃度逐漸減低；但鈣濃度與葉齡成正相關，即鈣濃度在新葉最低，在老葉最高。

三處椪柑園雖然施用同樣的肥料量，各處之柑葉養分濃度則有很大的差異。東勢椪柑葉片之氮、磷、鉀濃度比其他兩處者較高；鈣、鎂濃度在梅山爲最高。土壤中氮、磷、鉀含量 (表1) 與柑葉氮、磷、鉀濃度之間看不出有相關，蓋柑桔樹之養分吸收機構及影響養分吸收因素複雜，似難單純用土壤養分化學分析判定柑桔樹之營養狀態。東勢柑葉三要素濃度較高之原因，或與土壤陽離子置換能量CEC，或陽離子飽和度或各陽離子含量之平衡有關。本試驗地之土壤 CEC 在東勢爲最高，梅山次之，新埔最低，而與三處柑葉三要素濃度傾向相同。土壤化學性質之外，土壤物理性質及氣候條件亦可影響柑桔樹之三要素吸收，即柑葉之三要素濃度。

在八月間 (葉齡約5個月) 採取三處椪柑園未結果枝條之柑葉，分析其養分濃度，結果列於表5。氮、磷、鉀、鈣、鎂濃度之平均各爲N 3.35%, P 0.144%, K 1.12%, Ca 2.82%, Mg 0.411%。本分析值與 Chapman (1967) 之甜橙結果枝條葉片之營養診斷基準比較時，本省椪柑葉片之氮濃度 (N 3.35%) 過高，而鈣濃度 (Ca 2.82%) 稍低，因 Chapman 之氮、鈣適意範圍 (Satisfactory range) 爲 N 2.2～2.7%, Ca 3.0～5.0%。其他養分濃度均在適意濃度之內。

本試驗之柑桔品種及取樣方法與美國 Chapman 試驗者不同，故其柑葉診斷基準不能完全適合於本省柑桔。根據本試驗之數年來柑葉分析結果，椪柑與桶柑葉片之無機營養狀態頗相似。又參考 Chapman (1967) 發表之柑葉營養基準，筆者提出椪柑樹與桶柑樹之柑葉 (8月取樣未結果枝條葉片) 無機養分濃度適意範圍如下； N 2.9～3.5%, P 0.12～0.18%, K 0.9～1.7%, Ca 2.5～4.5%, Mg 0.25～0.50%，可作爲本省椪柑及桶柑葉片營養診斷之基準。

表 2. 氮肥用量對桶柑果實產量之影響

Table 2. Effect of nitrogen level on the yield of Tankan fruits

項目 Item	處理 N level 年度 Year	1 N 250g/tree	2 N 500g/tree	3 N 750g/tree	4 N 1000g/tree	5 N 1250g/tree	平均 Mean	F-Value 2.76 4.18
果實產量 Fruit yield kg/tree	1970	42.0(100)	68.8(164)	62.8(150)	63.6(152)	58.6(140)	59.18	2.78*
	1971	77.2(100)	53.7 (70)	61.0 (79)	59.0 (76)	50.1 (65)	60.23	2.02
	1972	40.2(100)	41.7(104)	37.3 (93)	38.3 (95)	39.6 (98)	39.44	0.12
	1973	43.9(100)	43.1 (98)	43.9(100)	44.1(100)	38.2 (87)	42.64	0.54
	Mean	50.84(100)	51.84(102)	51.26(101)	51.27(101)	46.62 (91)	50.16	—
果實粒數/棵 Fruit number per tree	1970	361(100)	629(174)	606(168)	606(168)	565(157)	554	2.64
	1971	708(100)	416 (59)	522 (74)	506 (71)	438 (62)	518	2.26
	1972	321(100)	367(114)	337(105)	360(112)	389(121)	354	0.26
	1973	505(100)	464 (92)	475(102)	461 (91)	406 (80)	462	0.78
	Mean	474(100)	469 (99)	485(102)	483(102)	450 (95)	470	—
平均果重(克) Mean fruit weight (g)	1970	116(100)	109 (94)	100 (86)	105 (91)	104 (90)	107	—
	1971	109(100)	129(118)	117(107)	117(107)	114(105)	116	—
	1972	126(100)	114 (91)	111 (88)	107 (85)	102 (81)	111	—
	1973	87(100)	93(106)	92(106)	96(110)	94(108)	91	—
	Mean	110(100)	105 (95)	105 (95)	106 (97)	103 (94)	107	—

註：磷鉀施用量 P_2O_5 及 K_2O 各爲 400及500克/棵。括弧內數字是指數。

Note : P_2O_5 and K_2 O were applied 400 and 500 g/tree respectively. Figures in parenthesis are indexes.

表 3. 氮肥量對桶柑葉片氮素濃度（N%）之影響

Table 3. Effect of nitrogen level on leaf nitrogen concentrations of Tankan trees

處理 Treatment / 時期 Time	1 N 250g/tree	2 N 500g/tree	3 N 750g/tree	4 N 1000g/tree	5 N 1250g/tree	平均 Mean
1970年9月	2.86	3.03	2.92	3.38	3.38	3.11
1971年8月	3.15	3.32	3.21	3.22	3.19	3.22
1972年8月	3.00	2.94	2.98	3.04	3.02	3.00
1973年9月	3.18	3.27	3.27	3.35	3.22	3.26
4年平均 Mean	3.05	3.14	3.10	3.25	3.20	3.15

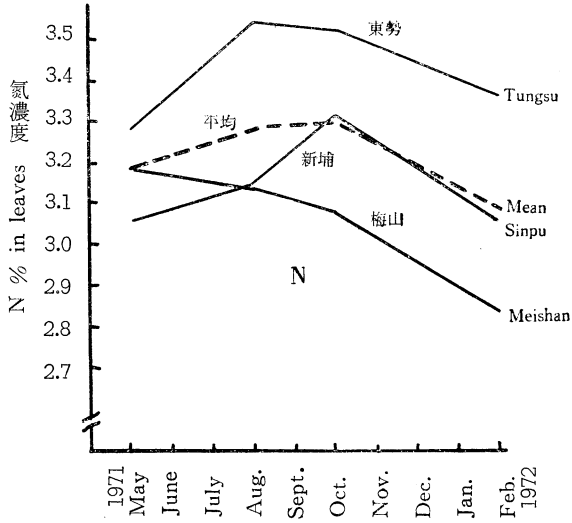
表 4. 桶柑樹未結果與結果枝條之葉片養分濃度（乾物%）比較

Table 4. Comparison of leaf nutrient concentrations (% D. M.) between nonfruiting and fruit bearing terminals of Tankan trees.

地點 Locality	養分 Nutrient / 葉片樣本 Leaf sample	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
北埔 Peipu	未結果枝條 Non-fruiting spurs	3.46	0.15	1.04	3.06	0.34
	結果枝條 Fruiting spurs	2.93	0.12	0.66	3.44	0.35
宜蘭 I-lan	未結果枝條 Non-fruiting spurs	3.47	0.14	0.88	3.70	0.40
	結果枝條 Fruiting spurs	3.20	0.13	0.76	3.84	0.45
員山 I Yuanshan I	未結果枝條 Non-fruiting spurs	3.38	0.14	1.14	2.59	0.40
	結果枝條 Fruiting spurs	2.83	0.12	1.07	3.11	0.45
員山 II Yuanshan II	未結果枝條 Non-fruiting spurs	3.22	0.16	1.13	3.03	0.44
	結果枝條 Fruiting spurs	2.94	0.13	0.87	3.62	0.50
平均 Mean	未結果枝條 Non-fruiting spurs	3.38(100)	0.15(100)	1.05(100)	3.10(100)	0.40(100)
	結果枝條 Fruiting spurs	2.98(88)	0.13 (87)	0.84(80)	3.50(113)	0.44(110)

圖 1. 三處椪柑園柑葉氮磷濃度之時期的變化

Fig. 1. Seasonal changes in N and P concentrations (% D. M.) of citrus leaves at the three Ponkan orchards



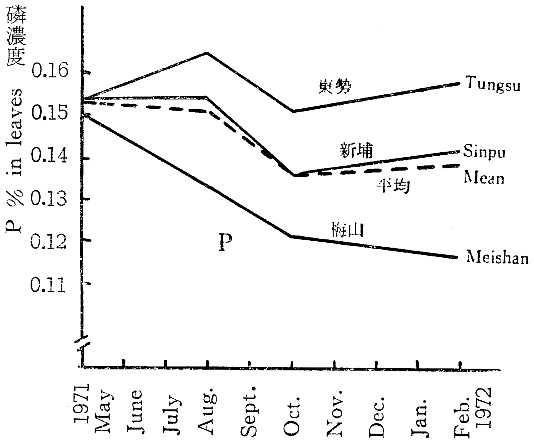
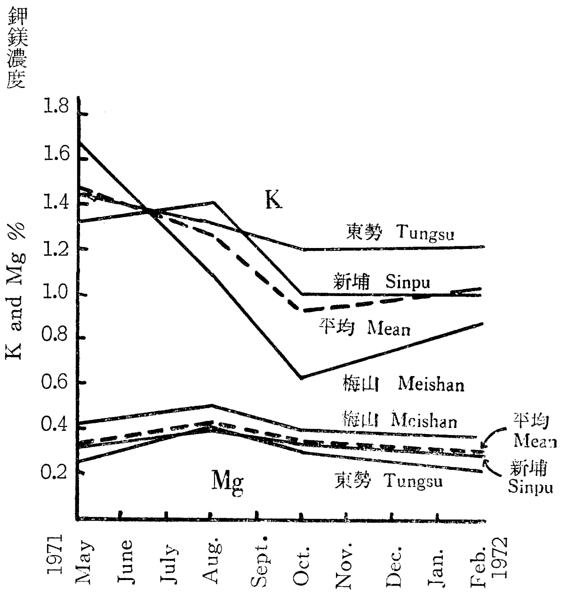


圖 2. 三處椪柑園之柑葉鉀、鎂、鈣濃度之時期的變化

Fig. 2. Seasonal changes in K, Mg and Ca concentrations of citrus leaves at the three ponkan orchards



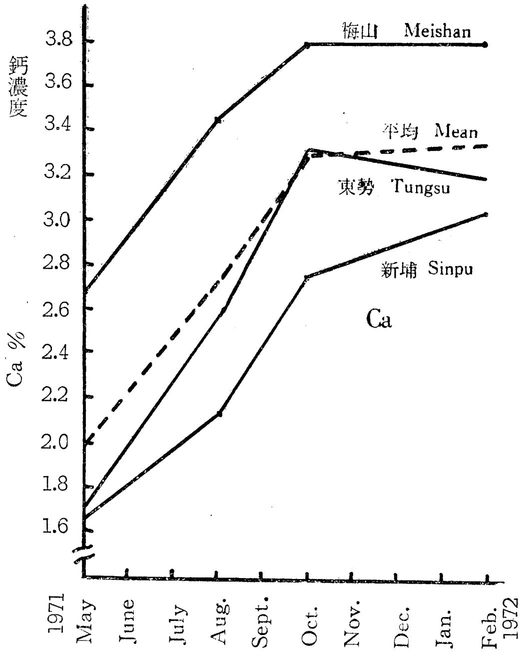


表 5. 三處椪柑園未結果枝條上葉齡5個月之葉片養分濃度（乾物%）

Table 5. Nutrient concentrations (% DM) of 5-month-old spring cycle leaves from nonfruiting terminals in three Ponkan orchards.

地點 Locality	養分 Nutrient / 年 Year	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
新埔 Sinpu	1971	3.16	0.154	1.31	2.13	0.401
	1972	3.03	0.138	0.98	2.56	0.471
	1973	3.44	0.141	1.16	2.20	0.400
	Mean	3.21	0.144	1.15	2.30	0.424
東勢 Tungsu	1971	3.54	0.165	1.31	2.58	0.491
	1972	3.46	0.145	1.05	3.20	0.313
	1973	3.70	0.150	1.13	3.11	0.332
	Mean	3.57	0.153	1.16	2.96	0.379
梅山 Meishan	1971	3.13	0.133	1.09	3.46	0.505
	1972	3.17	0.138	1.16	2.83	0.387
	1973	3.47	0.132	0.91	3.27	0.397
	Mean	3.26	0.134	1.05	3.19	0.430
三處平均 Mean of 3 localities		3.35	0.144	1.12	2.82	0.411
適意範圍 Satisfactory range		2.9—3.5	0.12—0.18	0.9—1.7	2.5—4.5	0.25—0.50

註：柑葉取樣時期8月；適意濃度範圍可適用於椪柑及桶柑樹。

Note : Leaves were sampled in August; Satisfactory range is to be used for both Ponkan and Tankan citrus trees.

4. 蘋果、梨

蘋果樹、梨樹各五個平準氮肥量處理之田間試驗結果，果樹之主幹周在處理間未見差異，但樹冠及株高則隨氮肥量之增加有顯著的增加，惟施氮量過多却反有不良影響。依生育性狀而言，梨樹以施氮 225克／棵爲宜，蘋果樹以施氮 300克／棵爲宜。

果實產量隨施氮量之增加有顯著的增產，但施氮量過多則反有減產趨勢。梨樹以施氮150克至300克／棵時，其果實產量最高。蘋果樹以施氮300克／棵之果實產量爲最高。

葉片分析結果顯示，梨葉氮濃度有反映土壤施氮量，即增加氮施用量，梨葉氮濃度有增加趨勢，如圖3 。但對蘋果葉氮濃度，氮肥量處理間未見差異。一般春芽之新葉氮濃度甚高，以後葉片愈成熟，其氮濃度迅速降低，即葉齡影響蘋果及梨葉氮濃度甚大。因葉氮濃度各時期不斷降低，所以採葉時期很重要。在八月葉氮濃度變化較爲緩慢，宜爲葉片取樣時期。 Chapman 之蘋果及梨葉片取樣時期亦在夏天。

圖 4 表示梨葉五種養分濃度季節的變化。氮濃度隨時期之進展迅速降低之外，磷、鎂濃度亦緩慢的降低，鉀濃度變動不定，鈣濃度逐漸增高。蘋果葉養分之季節的變化亦類似梨葉。除鎂濃度之外，此結果與日本報告之梨葉養分濃度之季節的變化（佐藤等1972）相似。日本之梨葉鎂濃度逐漸增加，相反的本試驗之梨葉鎂濃度逐漸降低。其原因爲本試驗梅峰梨園土壤缺乏鎂，而梨葉鎂濃度甚低。表 7 之蘋果及梨葉片養分濃度分析結果，亦表示其鎂濃度比較其他研究者建議之鎂標準濃度爲低。蘋果葉鈣濃度亦甚低，即本試驗地之蘋果樹有鈣缺乏。葉片之鋅、錳、銅、硼四種微量元素之分析結果平均列於表 8 。各時期採取之葉片樣本以 N-HCl 抽取微量元素成分，鋅、錳、銅含量以原子吸光儀定量，而硼含量使用 Curcumin 比色法定量之。其濃度都在適意濃度範圍之內，顯示無微量元素之缺乏。

表 6. 八、九月取樣之蘋果及梨樹葉片養分濃度及其他研究者建議之標準濃度

Table 6. Nutrient concentrations of apple and pear leaves sampled in August and September and the standard values proposed by other investigators.

果　樹	取 樣 日 期	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
蘋　果 Apple	1971年 8 月19日	2.52	0.217	1.99	1.05	0.248
	1972年 9 月 5 日	2.67	0.251	1.94	0.70	0.170
	1973年 9 月14日	2.30	0.210	1.84	1.10	0.196
	1974年 8 月15日	3.03	0.216	1.95	1.37	0.173
	平 均 Mean	2.63	0.224	1.93	1.06	0.197
梨 Pear	1971年 8 月19日	2.65	0.209	1.58	1.94	0.260
	1972年 9 月 5 日	2.35	0.191	1.40	2.03	0.183
	1973年 9 月14日	2.16	0.212	1.59	2.22	0.201
	1974年 8 月15日	2.83	0.182	1.53	2.83	0.217
	平 均 Mean	2.50	0.199	1.53	2.26	0.215
標 準 濃 度 Standard Value	Kenworthy 蘋果、梨	2.33	0.23	1.53	1.40	0.41
	Chapman 蘋 果	2.0—2.6	0.15—0.30	1.0—2.0	1.25<	0.25—0.50
	Chapman 梨	2.0—2.6	0.12—0.25	1.0—2.0	1.25<	0.30<

表 7. 蘋果及梨樹葉片之微量元素濃度

Table 7. Micronutrient concentrations of apple and pear leaves

	果樹	Zn ppm	Mn ppm	Cu ppm	B ppm
本試驗 Current experiment	蘋果 Apple	20.2	193	12.8	19.7
	梨 Pear	23.8	116	10.1	21.8
Chapman 適意範圍 Satisfactory range	蘋果 Apple	15—80	25—125	5—20	20—50
	梨 Pear	>20	>30	5—20	>1.25

圖 3. 不同氮肥量對蘋果及梨之葉氮濃度之影響

Fig. 3. Effect of N level on leaf N concentrations of apple and pear trees.

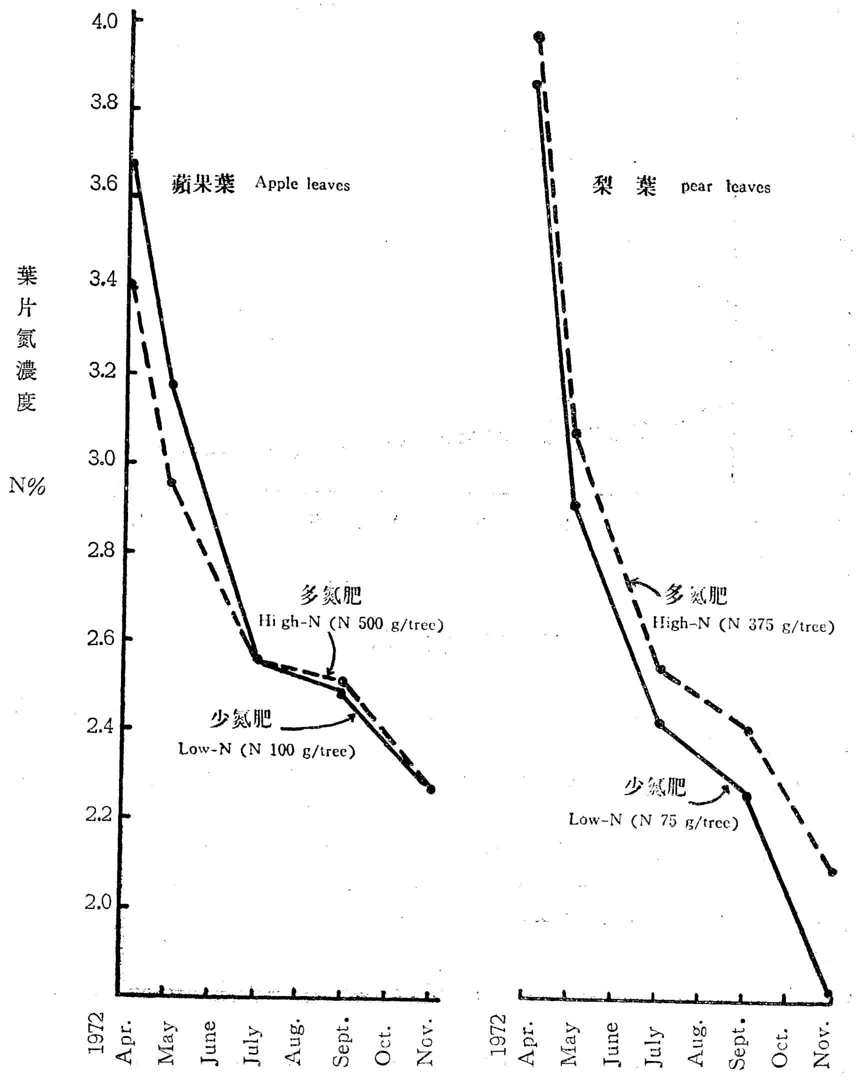
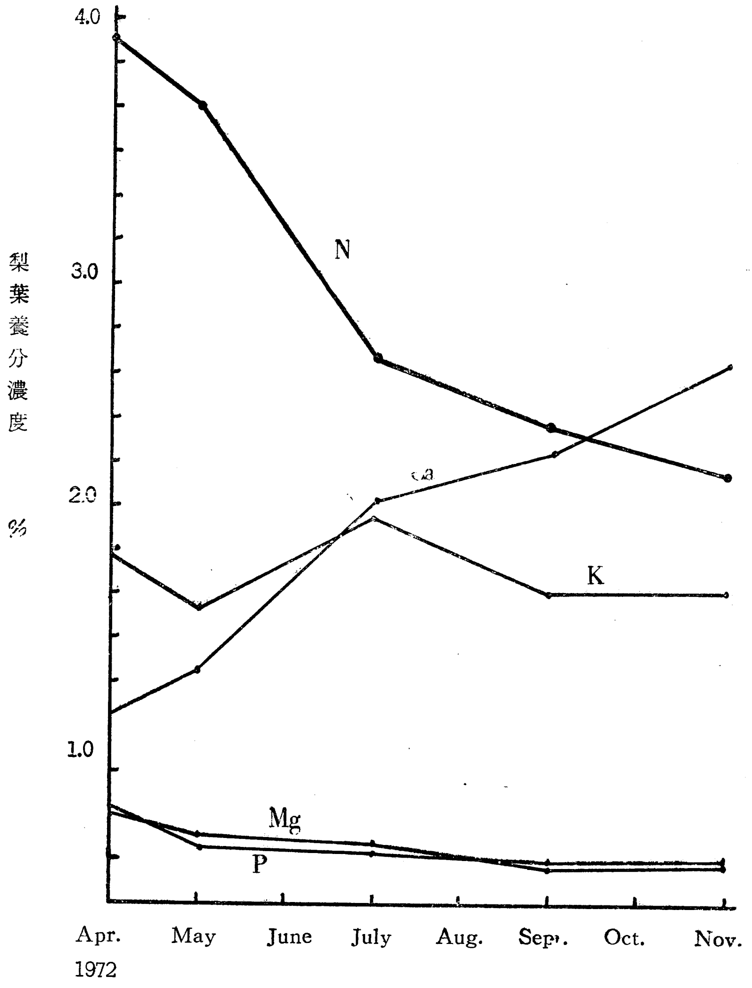


圖 4. 梨葉無機養分濃度之季節的變化

Fig. 4. Seasonal change in nutrient concentrations (% D. M.) of pear leaves



參考文獻

Bould. C. 1969. The nutrition of fruit trees. In: Physiology of Fruit Tree, Ed. L. C. Luckwill and C. V. Cutting, Academic Press, London.

Chapman, H. D. 1966. Diagnostic Criteria for Plants and Soils. Division of Agricultural Sciences, Univ. of California.

Chapman, H. D. 1967. Plant analysis values suggestive of nutrient status of selected crops. In: Soil Testing & Plant Analysis Part II. Soil Sci. Soc. Amer., Inc. Publisher, Madison, Wisc.

Childers, N. F. (Editor) 1966. Fruit Nutrition. Horticultural Publications, Rutgers State Univ. New Brunswick, New Jersey.

Chiu, Tsai-fua 1975. Calcium mobility studies in plants with particular reference to nutritional disorders. Ph. D. Thesis, Faculty of Science, University of Bristol, U. K.

Kenworthy, A. L. 1967. Plant analysis and interpretation of analysis for horticulture crops. In:

Soil Tetsing and Plant Analysis Part II. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisc., U. S. A.

Reuther, W. (Editor) 1961. Plant Analysis and Fertilizer Problems. Amer. Inst. Biol. Sci., Washington, D. C., Pub. No. 8.

Samish, R. M. (Editor) 1971. Recent Advances in Plant Nutrition Vol. 1 and 2. Cordon and Breaeh Science publishers, New York.

Smith. P. F. 1962. Mineral analysis of plant tissues. Ann. Rev. Pltant Physiol. 13. 81—108.

Wang, Y. P. and Morita, S. (1976) Studies on citrus in relation to soil and plant (Unpublished).

Wehrmann, J. (Editor) 1974. Proc. 7th Intern. Colloq. on Plant Analysis and Fertilizer Problems Vol. 1. 2 and 3. Hanover, German Soc. Plant Nutrition.

王銀波 1975. 落葉果樹微量元素營養狀態之研究 臺灣農業季刊11卷3期，145～163。

李蘭帝 1966. 大量植物樣本氮磷鉀之迅速測定法 農業研究 15, No. 2, 1～5.

李蘭帝 1968. 植物體鈣鎂鐵及錳迅速測定法 土壤肥料通訊 No. 205.

佐藤公一等編著 1972. 果樹園藝大事典 養賢堂

STUDIES ON LEAF NUTRITIONAL DIAGNOSIS OF CITRUS, PEAR AND APPLE TREES

by

Tsai-fua Chiu

Summary

Leaf analysis of mineral nutrients has been carried out in order to study nutritional diagnosis of fruit trees, i. e. Tankan, Ponkan, apple and pear trees. Leaf samples were taken from these fruit tree orchards that were used for field experiments on nitrogenous fertilizer application. The results of nitrogenous fertilizer trials showed that the optimum nitrogen application for Tankan and Ponkan trees is N 500 g per tree on the basis of 50 kg fruits per tree are produced. The optimum nitrogen application for 5-year-old pear and apple trees is N 300 g per tree.

Leaf nutrient concentrations varied greatly with seasonal changes. The N, P, K and Mg concentrations of Tankan and Ponkan leaves were the highest around August and these nutrient concentrations decreased gradually when the leaves grew older. However, the Ca concentration increased gradually when the leaf age became older. Generally, the leaves from nonfruiting terminals had higher N, P, and K concentrations and lower Ca and Mg concentrations than that from fruiting terminals. Leaf nutrient concentrations were effected by fertilizer application and also greatly effected by soil fertility status.

The N and P concentrations of pear and apple leaves were the highest in the spring new leaves and decreased gradually thereafter. Especially, the N concentration was very high in the young leaves and rapidly decreased as leaf age increased. On the contrary, the Ca concentration increased with leaf age. The K concentration was fluctuated during leaf growth. According to the results of leaf analysis of citrus, pear and apple trees, it is recommended that leaf samples should be taken in August from nonfruiting terminals for the purpose of nutritional diagnosis.

The leaf standard mineral concentrations of Taiwan Tankan, Ponkan, pear and apple trees have been suggested in the following table on the basis of the current research results and information of other investigators.

Leaf standard mineral nutrient concentrations of Taiwan Tankan, Ponkan, pear and apple trees sampled from nonfruiting terminals in August

Fruit tree	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
Tankan & Ponkan	2.9—3.5	0.12—0.18	0.9—1.7	2.5—4.5	0.25—0.50
Pear & apple	2.0—2.6	0.12—0.30	1.0—2.0	1.25<	0.25—0.50